



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẢNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ

(11)



1-0036522

(51)⁷ G01S 13/00

(13) B

(21) 1-2018-00464

(22) 31/01/2018

(45) 25/08/2023 425

(43) 26/04/2018 361A

(73) Tập đoàn Công nghiệp - Viễn thông Quân Đội (VN)

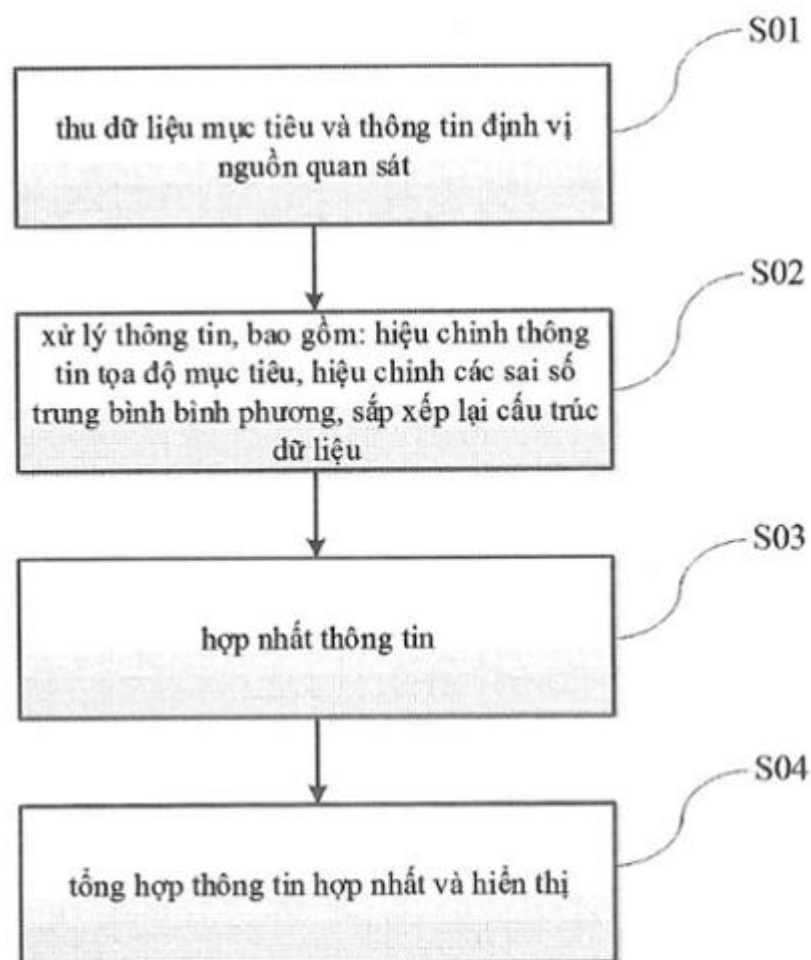
Số 1 đường Trần Hữu Dực, phường Mỹ Đình 2, quận Nam Từ Liêm, thành phố Hà Nội

(72) Nguyễn Đăng Minh (VN).

(74) Công ty TNHH Tư vấn Quốc Dân (NACILAW)

(54) PHƯƠNG PHÁP HỢP NHẤT THÔNG TIN MỤC TIÊU TRÊN BIỂN TỪ NHIỀU NGUỒN QUAN SÁT

(57) Sáng chế đề xuất phương pháp hợp nhất thông tin mục tiêu trên biể từ nhiều nguồn quan sát, phương pháp được xây dựng trên cơ sở lý thuyết xác suất Bayes và tiêu chuẩn tối ưu trọng số xác suất hậu nghiệm của phương án hợp nhất trên tập dữ liệu, kết quả hợp nhất được tổng hợp bằng thuật toán Hungarian. Phương pháp hợp nhất thông tin mục tiêu trên biể từ nhiều nguồn quan sát bao gồm các bước: thu dữ liệu mục tiêu và thông tin định vị nguồn quan sát, xử lý thông tin, hợp nhất thông tin bằng cách hợp nhất từng cặp nguồn thông tin, tổng hợp thông tin hợp nhất và hiển thị kết quả hợp nhất từng cặp nguồn quan sát được sử dụng để đưa ra thông tin tổng hợp.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến lĩnh vực tự động hóa thông tin điều khiển, cụ thể là đề cập đến phương pháp hợp nhất thông tin mục tiêu trên biển từ nhiều nguồn quan sát.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Một trong những chức năng cơ bản của hệ thống tự động hóa thông tin điều khiển là xử lý hợp nhất thông tin từ các nguồn quan sát nhằm tạo ra bức tranh tình huống rõ ràng, đầy đủ và chính xác. Thông tin này cần được cung cấp thường xuyên liên tục theo thời gian thực để hệ thống có thể đánh giá và đưa ra những cảnh báo hoặc quyết định đáp ứng theo thời gian thực. Do đó, sự thiếu chính xác của thông tin hợp nhất sẽ dẫn đến những sai lầm trong việc đánh giá tình huống và đưa ra quyết định, điều này ảnh hưởng nghiêm trọng tới hiệu quả, khả năng thực hiện và hoàn thành chức năng của hệ thống.

Các thiết bị quan sát bằng sóng vô tuyến thường xuyên có vùng mù do gặp vật che chắn, vì vậy các nguồn quan sát ở những vị trí khác nhau có thể phát hiện ra số lượng mục tiêu khác nhau khi cùng giám sát một khu vực. Đặc biệt là trong trường hợp mật độ mục tiêu lớn, khoảng cách thực tế giữa các mục tiêu nhỏ, xác suất bỏ sót mục tiêu của nguồn quan sát sẽ tăng lên đáng kể. Ngoài ra, độ chính xác khi xác định tọa độ mục tiêu của mỗi nguồn quan sát khác nhau, đây là những vấn đề ảnh hưởng tới độ chính xác cần chú ý khi giải quyết bài toán hợp nhất thông tin.

Một vấn đề khác cần lưu ý khi xây dựng hệ thống hợp nhất thông tin là thời gian xử lý của hệ thống. Các phương thức hợp nhất thông tin có thời gian xử lý phụ thuộc vào số lượng mục tiêu, đối với hệ thống máy tính xử lý hiện đại ngày nay, phương pháp tính cần có độ phức tạp đa thức không lớn hơn 4 để đáp ứng tiêu chuẩn xử lý theo thời gian thực.

Phương thức phổ biến để hợp nhất thông tin từ nhiều nguồn là thực hiện hợp nhất từng cặp nguồn thông tin. Đây là xu hướng chung để đảm bảo độ chính xác, cũng

như giảm thiểu độ phức tạp của giải thuật. Do đó, vấn đề cốt lõi của việc hợp nhất nhiều nguồn thông tin là thực hiện yêu cầu hợp nhất các cặp nguồn thông tin.

Việc hợp nhất hai nguồn thông tin phổ biến giải quyết theo hai hướng. Hướng thứ nhất dựa trên sự đánh giá bình phương độ lệch chuẩn và thống kê khoảng cách giữa các mục tiêu. Hướng thứ hai dựa trên lý thuyết xác suất. Một số phương pháp hợp nhất hai nguồn thông tin có thể kể đến như: láng giềng gần nhất (Global Nearest Neighbor – GNN), theo dõi đa giả thuyết (Multiply Hypothesis Tracking – MHT), tương quan xác suất dữ liệu (Probability Data Association – PDA). Trong đó phương pháp GNN theo hướng giải quyết thứ nhất nêu trên, các phương pháp MHT và PDA theo hướng thứ hai.

Phương pháp hợp nhất thông tin GNN được thực hiện trên cơ sở xác định các cặp mục tiêu từ hai nguồn thông tin sao cho tổng bình phương độ lệch chuẩn và thống kê khoảng cách giữa các cặp mục tiêu trong không gian đo là nhỏ nhất. Phương pháp này chỉ có hiệu quả tốt trong điều kiện các mục tiêu thực tế ở cách xa nhau, độ chính xác của các nguồn quan sát cao. Với các tình huống thực tế mục tiêu di chuyển theo nhóm với mật độ cao trong không gian hẹp thì hiệu quả sử dụng của phương pháp rất thấp. Do đó, hiện nay phương pháp này không còn được sử dụng phổ biến do độ chính xác thấp mặc dù đã có khá nhiều phương án cải tiến dựa trên nó.

Phương pháp MHT được xây dựng trên cơ sở lý thuyết xác suất Bayes. Để giải quyết vấn đề theo phương pháp này cần thiết lập các giả thuyết (phương án hợp nhất) từ tập dữ liệu cần hợp nhất, sau đó tính toán xác suất hậu nghiệm của tất cả các giả thuyết, tiến hành lựa chọn những phương án có khả năng xảy ra loại bỏ phương án có xác suất thấp. Quá trình hợp nhất diễn ra theo nhiều chu kỳ tính toán tương ứng với các chu kỳ quan sát của nguồn thông tin, ở mỗi chu kỳ tính toán kế tiếp các phương án mới được thiết lập trên cơ sở những phương án được lựa chọn của chu kỳ ngay trước đó, tiếp tục loại bỏ những phương án có xác suất thấp, quá trình tính toán lặp lại cho tới khi không thể loại bỏ những yếu tố không xác định, phương án cuối cùng được lựa chọn có xác suất cao, ổn định qua các chu kỳ tính toán. Do đặc thù của phương pháp MHT số phương án hợp nhất tăng theo hàm số mũ theo thời gian nên để giảm khối lượng tính toán cần phải xây dựng một mô đun lô-gíc riêng để loại bỏ những phương án có xác suất thấp và kết hợp những phương án tương đồng. Ưu điểm của phương

pháp này là có độ chính xác cao, tuy nhiên thuật toán cài đặt rất phức tạp, cần nhiều thời gian tính toán đặc biệt trong trường hợp số lượng mục tiêu lớn.

Phương pháp PDA có nhiều điểm tương đồng với phương pháp MHT, nó cũng được xây dựng trên cơ sở lý thuyết xác suất Bayes. Theo đó cần lựa chọn trước số lượng cặp mục tiêu đồng nhất, các giả thuyết hợp nhất được thiết lập dựa trên số lượng cặp mục tiêu đồng nhất đó, tính giá trị xác suất hậu nghiệm của từng giả thuyết, tính xác suất đồng nhất của từng cặp mục tiêu từ hai nguồn thông tin, trên cơ sở đó lựa chọn các cặp mục tiêu đồng nhất bằng cách tổng hợp đánh giá xác suất cặp mục tiêu đồng nhất với vectơ trạng thái của mục tiêu. Ưu điểm của phương pháp PDA là có độ chính xác cao, thời gian xử lý tốt hơn so với MHT. Trên thực tế các hệ thống thông tin radar hiện nay thường dùng thuật toán này. Tuy nhiên, phương pháp PDA cần phải biết trước số cặp mục tiêu đồng nhất, phương pháp tính của nó cũng rất phức tạp và khó cài đặt. Số lượng giả thuyết lớn, tăng nhanh theo số lượng mục tiêu, cùng với sự phức tạp của thuật toán xử lý dẫn đến thời gian thực thi của hệ thống khó đáp ứng theo thời gian thực.

Các phương pháp nêu trên là những phương pháp phổ biến nhất hiện nay, ngoài ra chúng có nhiều biến thể để nâng cao độ chính xác cũng như phù hợp với những bài toán cụ thể. Việc hợp nhất thông tin mục tiêu trên biển với đặc trưng riêng của nó như: các thiết bị quan sát trong không gian hai chiều, mật độ mục tiêu lớn, khoảng cách giữa các mục tiêu nhỏ, do đó các việc áp dụng các phương pháp nêu trên sẽ không đạt được hiệu quả như mong muốn.

Do đó cần xây dựng phương pháp mới có độ chính xác cao trong điều kiện mật độ mục tiêu lớn, phương thức cài đặt đơn giản dễ thực hiện, độ phức tạp đáp ứng tiêu chuẩn đối với hệ thống theo thời gian thực để nâng cao hiệu quả, chất lượng của hệ thống tự động hóa xử lý thông tin trên biển nói riêng và thông tin điều khiển nói chung.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế là đề xuất phương pháp hợp nhất thông tin mục tiêu trên biển từ nhiều nguồn quan sát nhằm đưa ra thông tin tổng hợp một cách nhanh chóng, đầy đủ, chính xác bằng cách sử dụng phương pháp hợp nhất thông tin trên cơ sở lý thuyết xác suất Bayes và phương pháp tối ưu tổng trọng số Hungarian.

Phương pháp được đề xuất được thực hiện trên hệ thống bao gồm:

Cụm thiết bị quan sát (1) và cụm thiết bị xử lý thông tin (2) dùng chung một hệ thống định vị toàn cầu chẳng hạn như hệ thống định vị toàn cầu GPS; trong đó:

Cụm thiết bị quan sát (1) bao gồm các thiết bị quan sát được tạo cấu hình để cung cấp dữ liệu mục tiêu trong hệ tọa độ của nó thông qua hệ thống thu phát dữ liệu,

Cụm thiết bị xử lý thông tin bao gồm: thiết bị định vị (21), thiết bị kết nối thu phát thông tin (22), thiết bị xử lý thông tin (23), bàn điều khiển (24).

Trong sáng chế này, thiết bị định vị (21) được tạo cấu hình để cung cấp vị trí tức thời của hệ thống, thiết bị kết nối thu phát thông tin (22) được tạo cấu hình để thu dữ liệu từ các thiết bị quan sát và truyền tới thiết bị xử lý thông tin, thiết bị xử lý thông tin (23) thu dữ liệu từ thiết bị thu phát xử lý hợp nhất thông tin, bàn điều khiển (24) điều khiển hoạt động của hệ thống và hiển thị thông tin.

Trong sáng chế này, các thiết bị quan sát truyền thông với thiết bị kết nối thu phát thông tin (22) được thực hiện thông qua các đường truyền vô tuyến hoặc định tuyến.

Để đạt được mục đích đề ra, phương pháp hợp nhất thông tin mục tiêu trên biển từ nhiều nguồn quan sát bao gồm các bước:

thu dữ liệu mục tiêu và thông tin định vị nguồn quan sát,

xử lý thông tin thu được, trong đó bao gồm: hiệu chỉnh thông tin tọa độ mục tiêu, hiệu chỉnh các sai số trung bình bình phương, sắp xếp lại cấu trúc dữ liệu,

hợp nhất thông tin bằng cách hợp nhất từng cặp nguồn thông tin,

tổng hợp thông tin hợp nhất và hiển thị.

Trong đó: bước thu dữ liệu mục tiêu và thông tin định vị nguồn quan sát bao gồm:

tìm kiếm, theo dõi mục tiêu trên mặt nước, bởi các thiết bị quan sát, và

đóng gói và gửi, bởi thiết bị quan sát, hồ sơ mục tiêu tới thiết bị thu phát dữ liệu và thiết bị xử lý thông tin;

gửi, bởi thiết bị định vị (21), thông tin tọa độ hiện thời tới thiết bị xử lý thông tin (23)

trong đó hồ sơ mục tiêu bao gồm các thông tin: số hiệu của mục tiêu mà nguồn quan sát gán cho nó, khoảng cách từ nguồn quan sát tới mục tiêu, phương vị của mục

tiêu, sai số trung bình bình phương của các tham số đo đối với từng mục tiêu, thời gian phát hiện mục tiêu, tốc độ và hướng của mục tiêu (nếu có).

Trong đó: bước thu dữ liệu mục tiêu và thông tin định vị nguồn quan sát còn bao gồm:

thu, bởi thiết bị kết nối thu phát thông tin (22) dữ liệu từ các thiết bị quan sát và gửi tới thiết bị xử lý thông tin (23).

Trong đó: bước thu dữ liệu mục tiêu và thông tin định vị nguồn quan sát còn bao gồm:

thu, bởi thiết bị xử lý thông tin (23), thông tin tọa độ từ thiết bị định vị (21), dữ liệu mục tiêu từ thiết bị kết nối thu phát thông tin (22); và

tiến hành hợp nhất thông tin, thiết bị xử lý thông tin (23), mục tiêu từ dữ liệu nhận được.

Hơn nữa, theo các phương án của sáng chế, trong đó bước hiệu chỉnh thông tin tọa độ mục tiêu, hiệu chỉnh các sai số trung bình bình phương và sắp xếp lại cấu trúc dữ liệu còn bao gồm:

tính toán lại tọa độ mục tiêu, đưa các mục tiêu về hệ tọa độ chuẩn; và

tính toán lại các sai số trung bình bình phương cự ly, trung bình bình phương phương vị của mục tiêu trong hệ tọa độ chuẩn; và

sắp xếp lại cấu trúc dữ liệu thành từng cặp hai nguồn quan sát dưới dạng

$$X = \{X_1, X_2\} \text{ với } X_1 = \{x_{1,1}, x_{1,2}, \dots, x_{1,N_1}\}, X_2 = \{x_{2,1}, x_{2,2}, \dots, x_{2,N_2}\},$$

Với: $x_{ij} = \{d_{ij}, p_{ij}, \sigma_{ij}^d, \sigma_{ij}^p\}$, trong đó:

d_{ij} - khoảng cách từ gốc hệ tọa độ chuẩn tới mục tiêu thứ j phát hiện bởi nguồn quan sát thứ i ;

p_{ij} - góc phương vị của mục tiêu thứ j phát hiện bởi nguồn quan sát thứ i trong hệ tọa độ chuẩn;

σ_{ij}^d - sai số trung bình bình phương khoảng cách từ gốc hệ tọa độ chuẩn tới mục tiêu thứ j xác định bởi nguồn quan sát i ;

σ_{ij}^p - sai số trung bình bình phương phương vị mục tiêu thứ j xác định bởi nguồn quan sát i trong hệ tọa độ chuẩn.

Hơn nữa, theo phương án của sáng chế, bước hợp nhất thông tin được thực hiện bằng cách hợp nhất từng cặp nguồn thông tin còn bao gồm bước lọc thô để loại bỏ các cặp mục tiêu có xác suất đồng nhất thấp, trong đó bao gồm:

so sánh hiệu các tham số được dùng để hợp nhất của các cặp dữ liệu mục tiêu từ hai nguồn quan sát với giá trị ngưỡng, giá trị ngưỡng này được xác định dựa trên giá trị sai số trung bình bình phương của tham số đó theo quy tắc ba xích ma; và

loại bỏ các cặp mục tiêu $(x_{1,i}, x_{2,j})$ ít có khả năng thuộc cùng một mục tiêu thực theo luật ba xích ma theo công thức:

$$\left(|d_{1,i} - d_{2,j}| > \max(3\sigma_{1,i}^d, 3\sigma_{2,j}^d) \right) \cup \left(|p_{1,i} - p_{2,j}| > \max(3\sigma_{1,i}^p, 3\sigma_{2,j}^p) \right)$$

Hơn nữa, theo phương án của sáng chế, bước hợp nhất thông tin được thực hiện bằng cách hợp nhất từng cặp nguồn thông tin còn bao gồm bước đánh giá khả năng hợp nhất của từng cặp mục tiêu đã qua bộ lọc ở bước lọc thô, trong đó bao gồm:

xác định hệ số xác suất tiên nghiệm của giả thuyết cặp mục tiêu đồng nhất và hệ số tương quan của mật độ xác suất giả thuyết đồng nhất và không đồng nhất của từng cặp mục tiêu từ hai nguồn quan sát; và

thiết lập được mối tương quan giữa mật độ xác suất của giả thuyết hai mục tiêu đồng nhất và giả thuyết hai mục tiêu không đồng nhất

Hơn nữa, theo phương án của sáng chế, bước hợp nhất thông tin được thực hiện bằng cách hợp nhất từng cặp nguồn thông tin còn bao gồm bước xây dựng ma trận hệ số đánh giá mục tiêu đồng nhất hay không đồng nhất, trong đó

ma trận có số hàng bằng số mục tiêu thuộc nguồn quan sát thứ nhất, số cột bằng số mục tiêu thuộc nguồn quan sát thứ hai, và

mỗi phần tử ma trận là hệ số đặc trưng cho khả năng đồng nhất của cặp mục tiêu thuộc hai nguồn tương ứng;

nếu các cặp mục tiêu không thỏa mãn ngưỡng lọc thì phần tử ma trận tương ứng được gán giá trị bằng không, các phần tử còn lại có giá trị bằng tổng hệ số xác suất tiên nghiệm và hệ số tương quan mật độ xác suất đồng nhất hay không đồng nhất của cặp mục tiêu tương ứng.

nếu tổng này lớn hơn không và/hoặc nếu tổng này nhỏ hơn không thì giá trị của phần tử ma trận được gán bằng không.

Hơn nữa, theo phương án của sáng chế, bước hợp nhất thông tin bằng cách hợp nhất từng cặp nguồn thông tin còn bao gồm bước tổng hợp phương án hợp nhất từ hai nguồn quan sát bằng phương pháp tối ưu Hungarian, trong đó:

mỗi mục tiêu không xuất hiện quá một lần trong nhóm và tổng hệ số xác suất đồng nhất tương ứng với cặp mục tiêu là lớn nhất.

Hơn nữa, theo khía cạnh thứ hai của các phương án của sáng chế, bước tổng hợp thông tin hợp nhất và hiển thị bao gồm:

thống kê số lượng mục tiêu trong không gian quan sát bởi các thiết bị;

thống kê các mục tiêu quan sát chung bởi nhiều nguồn;

đưa ra thông tin tổng hợp; và

hiển thị thông tin tổng hợp trên màn hình thiết bị.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Hình 1 là sơ đồ cấu trúc giản lược thể hiện thành phần hệ thống hợp nhất thông tin mục tiêu trên biển từ nhiều nguồn quan sát theo phương án của sáng chế;

Hình 2 là sơ đồ giản lược thể hiện phương pháp hợp nhất thông tin mục tiêu trên biển từ nhiều nguồn quan sát theo phương án của sáng chế;

Mô tả chi tiết sáng chế

Các thuật ngữ như được sử dụng trong bản mô tả này, thuật ngữ “nguồn quan sát” dùng để chỉ các thiết bị có khả năng thăm dò, phát hiện và xác định vị trí của các đối tượng trong không gian hoạt động của nó. Các nguồn quan sát bao gồm nhưng không giới hạn ở radar, thiết bị quang điện tử.

Ngoài ra, như được sử dụng trong bản mô tả này, thuật ngữ “nguồn thông tin” là cách gọi khác của nguồn quan sát. Do đó, thuật ngữ “nguồn quan sát” và “nguồn thông tin” có thể được sử dụng hoán đổi cho nhau trừ khi có lưu ý khác.

Như được sử dụng trong bản mô tả này, thuật ngữ “mục tiêu” dùng để chỉ đối tượng bất kì được phát hiện và định vị bởi nguồn quan sát.

Như được sử dụng trong bản mô tả này, thuật ngữ “hồ sơ mục tiêu” dùng để chỉ những thông tin về một mục tiêu mà nguồn quan sát thăm dò, phát hiện và xác định vị trí trong không gian hoạt động của nó. Mỗi hồ sơ mục tiêu bao gồm các thông tin: số thứ tự của mục tiêu mà nguồn quan sát phát hiện được trong chu kỳ làm việc của nó, khoảng cách từ vị trí của nguồn quan sát tới mục tiêu, phương vị của mục tiêu, sai số

trung bình bình phương đo khoảng cách và phương vị của mục tiêu, thời điểm nguồn quan sát đo khoảng cách và phương vị mục tiêu, tốc độ và hướng của mục tiêu (nếu có).

Ngoài ra, như được sử dụng trong bản mô tả này, thuật ngữ “dữ liệu mục tiêu” là cách gọi khác của hồ sơ mục tiêu. Do đó, thuật ngữ “hồ sơ mục tiêu” và “dữ liệu mục tiêu” có thể được sử dụng hoán đổi cho nhau trừ khi có lưu ý khác.

Thuật ngữ “hệ tọa độ chuẩn” dùng để chỉ hệ tọa độ cực có gốc tọa độ trùng với tọa độ của hệ thống xử lý thông tin trên hệ thống định vị toàn cầu GPS.

Thuật ngữ “đồng nhất mục tiêu” dùng để chỉ sự đưa ra quyết định các gói dữ liệu mục tiêu từ các nguồn thông tin thuộc cùng một đối tượng.

Thuật ngữ “hợp nhất thông tin” dùng để chỉ việc đưa ra quyết định về sự phù hợp của các mục tiêu được đồng nhất trong tập dữ liệu từ các nguồn thông tin.

Để các mục đích, các giải pháp kỹ thuật, và các hiệu quả của các phương án của sáng chế rõ ràng hơn, phần sau đây mô tả rõ ràng và đầy đủ các giải pháp kỹ thuật theo các phương án của sáng chế có dựa vào các hình vẽ kèm theo theo các phương án của sáng chế. Rõ ràng là, các phương án được mô tả là một số nhưng không phải là tất cả của các phương án của sáng chế. Tất cả các phương án khác được thu nhận bởi người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực dựa vào các phương án của sáng chế mà không có các nỗ lực sáng tạo sẽ nằm trong phạm vi bảo hộ của sáng chế.

Phương pháp được đề xuất thực hiện trên hệ thống hợp nhất thông tin mục tiêu trên biển từ nhiều nguồn quan sát, tham chiếu Hình 1, bao gồm hai bộ phận, cụm thiết bị quan sát 1 và cụm thiết bị xử lý thông tin 2 dùng chung một hệ thống định vị toàn cầu như hệ thống định vị toàn cầu GPS.

Cụm thiết bị quan sát 1 bao gồm N ($N \geq 2$) thiết bị quan sát. Các thiết bị quan sát có thể được bố trí tập trung hoặc phân tán, cố định hoặc di động hoặc bố trí kết hợp. Các thiết bị quan sát độc lập với nhau. Các thiết bị quan sát có thể là thiết bị radar hoặc thiết bị quang điện tử. Cụm thiết bị quan sát 1 có thể sử dụng, nhưng không giới hạn ở, radar hàng hải VisionMaster FT, radar cảnh giới Pozitive-ME, radar chỉ thị mục tiêu 3C-25E.

Cụm thiết bị xử lý thông tin 2 bao gồm thiết bị định vị 21, thiết bị kết nối thu phát thông tin 22, thiết bị xử lý thông tin 23 và bàn điều khiển 24, trong đó:

Thiết bị định vị 21 được kết nối với thiết bị xử lý thông tin 23, thiết bị kết nối thu phát thông tin 22 kết nối với các thiết bị quan sát và truyền dữ liệu tới thiết bị xử lý thông tin 23, bàn điều khiển 24 kết nối với thiết bị xử lý thông tin 23.

Các thiết bị quan sát (11, 12, ... ,1N) truyền thông với thiết bị kết nối thu phát thông tin 22 thông qua các đường truyền vô tuyến hoặc định tuyến.

Thiết bị định vị 21 sử dụng, nhưng không giới hạn ở, thiết bị định vị dẫn đường hàng hải Ladoga-ME.

Thiết bị kết nối thu phát thông tin 22 sử dụng, nhưng không giới hạn, vi mạch dùng cấu trúc mảng phân tử lô-gíc có thể lập trình được (Field Programmable Gate Array, viết tắt là FPGA) với các chuẩn kết nối RS-422, RS-232, MILSTD-1553B, Ethernet.

Thiết bị xử lý thông tin 23 sử dụng, nhưng không giới hạn, máy tính công nghiệp NISE 3700E2.

Bàn điều khiển 24 bao gồm tổ hợp các công cụ hiển thị (màn hình) và công cụ điều khiển (màn hình cảm ứng, chuột, bàn phím) được tích hợp trên một bàn điều khiển.

Hệ thống hợp nhất thông tin mục tiêu trên biển từ nhiều nguồn quan sát có thể được triển khai ở vị trí cố định hoặc trên các vật mang di động như trên tàu hoặc trên xe. Hệ thống này thu thông tin từ (các) nguồn thông tin. Nguồn thông tin có thể là các đài quan sát cố định, các xe trạm trinh sát di động trên bờ, các thiết bị quan sát trên tàu, hoặc máy bay trinh sát trên biển.

Theo phương án của sáng chế, phương pháp đề xuất sử dụng dữ liệu mục tiêu và các đại lượng đặc trưng cho độ chính xác của thiết bị quan sát để đánh giá xác suất đồng nhất mục tiêu. Các tham số bao gồm khoảng cách mục tiêu, phương vị mục tiêu, sai số trung bình bình phương khoảng cách, sai số trung bình bình phương phương vị, xác suất lọt mục tiêu của thiết bị.

Phương pháp hợp nhất thông tin mục tiêu trên biển từ nhiều nguồn quan sát được đề xuất theo phương án của sáng chế, tham chiếu Hình 2 bao gồm các bước sau đây:

Bước (S01): thu dữ liệu hồ sơ mục tiêu và thông tin định vị nguồn quan sát

Bước này thực hiện tìm kiếm, theo dõi mục tiêu trên mặt nước, bởi các thiết bị quan sát, và đóng gói và gửi, bởi thiết bị quan sát, hồ sơ mục tiêu tới thiết bị thu phát dữ liệu và thiết bị xử lý thông tin;

Các thiết bị quan sát thực hiện tìm kiếm, theo dõi mục tiêu trên mặt nước trong phạm vi hoạt động của mình, đóng gói và gửi hồ sơ mục tiêu tới thiết bị kết nối thu phát thông tin 22, hồ sơ mục tiêu bao gồm các thông tin: số thứ tự của mục tiêu được phát hiện và gán bởi nguồn quan sát, khoảng cách từ nguồn quan sát tới mục tiêu, phương vị của mục tiêu, sai số trung bình bình phương của các tham số đo đối với từng mục tiêu, thời gian phát hiện mục tiêu, tốc độ và hướng của mục tiêu (nếu có). Đồng thời, thiết bị định vị 21 liên tục gửi thông tin tọa độ hiện thời tới thiết bị xử lý thông tin 23.

Thiết bị kết nối thu phát thông tin 22 thu dữ liệu từ các thiết bị quan sát và gửi tới thiết bị xử lý thông tin 23.

Thiết bị xử lý thông tin 23 thu thông tin tọa độ từ thiết bị định vị 21, dữ liệu mục tiêu từ thiết bị kết nối thu phát thông tin 22 và tiến hành hợp nhất thông tin mục tiêu từ dữ liệu nhận được.

Bước (S02): xử lý thông tin; trong đó bước xử lý thông tin này gồm có:

Hiệu chỉnh thông tin tọa độ mục tiêu, hiệu chỉnh các sai số trung bình bình phương, sắp xếp lại cấu trúc dữ liệu;

Tính toán lại tọa độ mục tiêu, đưa các mục tiêu về hệ tọa độ chuẩn, trong trường hợp hệ tọa độ chuẩn gắn với vật mang di động gốc tọa độ là vị trí tại thời điểm bắt đầu chu kỳ tính toán.

Việc tính toán cự ly, phương vị của mục tiêu so với gốc tọa độ trong hệ tọa độ chuẩn được thực hiện như sau:

Xác định tọa độ mục tiêu trong hệ tọa độ địa lý WGS-84 (bao gồm kinh độ và vĩ độ) bằng cách sử dụng công thức Brusa-Wolf với dữ liệu về cự ly, phương vị trong hồ sơ mục tiêu và vị trí của nguồn quan sát trong hệ tọa độ địa lý WGS-84;

Từ thông tin về tọa độ điểm gốc hệ tọa độ chuẩn và tọa độ mục tiêu trong hệ tọa độ WGS-84, tính toán khoảng cách, phương vị giữa điểm gốc tọa độ chuẩn với điểm mục tiêu vừa nhận.

Cự ly từ gốc tọa độ chuẩn tới mục tiêu được tính theo công thức:

$$d_{i,j} = R_E \times \sigma \times (1 + 0.5 \times e^2 \times \sin^2 \varphi_o), \text{ trong đó:}$$

$d_{i,j}$ - khoảng cách từ gốc hệ tọa độ chuẩn tới mục tiêu thứ j phát hiện bởi nguồn quan sát thứ i ;

R_E - bán trục lớn của trái đất bằng, $R_E = 6378136 \text{ m}$;

e^2 - tâm sai trái đất, $e^2 = 0.00669436618$;

φ_o - kinh độ của điểm gốc hệ tọa độ chuẩn;

$\sigma = \arcsin G$, với:

$G = \sqrt{Z^2 + M^2}$, trong đó:

$M = \cos \psi \times \sin \Delta\lambda$ và,

$Z = \sin \psi \times \cos \varphi_o - \sin \varphi_o \times \cos \psi \times \cos \Delta\lambda$, với:

$$\Delta\lambda = \begin{cases} \lambda_{i,j} - \lambda_o - 2\pi, & \text{khi } \lambda_{i,j} - \lambda_o > \pi \\ \lambda_{i,j} - \lambda_o, & \text{khi } -\pi \leq \lambda_{i,j} - \lambda_o \leq \pi, \text{ trong đó:} \\ \lambda_{i,j} - \lambda_o + 2\pi, & \text{khi } \lambda_{i,j} - \lambda_o < -\pi \end{cases}$$

$\lambda_{i,j}$ - vĩ độ của mục tiêu thứ j phát hiện bởi thiết bị quan sát thứ i ;

λ_o - vĩ độ của điểm gốc hệ tọa độ chuẩn;

Giá trị ψ được tính theo công thức:

$\psi = \varphi_{i,j} - \varepsilon$, với:

$\varphi_{i,j}$ - kinh độ của mục tiêu thứ j phát hiện bởi thiết bị quan sát thứ i ;

Giá trị ε được tính theo công thức:

$$\varepsilon = e^2 \times \cos \varphi_{i,j} \times (\sin \varphi_{i,j} - \sin \varphi_o) .$$

Lưu ý rằng trong các công thức ở trên kinh độ và vĩ độ cần được quy đổi về đơn vị là radian.

Phương vị của mục tiêu so với gốc hệ tọa độ chuẩn được tính theo công thức:

$$p_{i,j} = \begin{cases} \xi, & \text{khi } (Z \geq 0) \cap (M \geq 0) \\ \pi - \xi, & \text{khi } (Z < 0) \cap (M \geq 0) \\ 2 \times \pi - \xi, & \text{khi } (Z \geq 0) \cap (M < 0) \\ \pi + \xi, & \text{khi } (Z < 0) \cap (M < 0) \end{cases}, \text{ trong đó:}$$

$p_{i,j}$ - góc phương vị giữa gốc hệ tọa độ chuẩn với mục tiêu thứ j phát hiện bởi nguồn quan sát thứ i ;

$$\xi = \begin{cases} \arctg \left| \frac{M}{Z} \right|, & \text{khi } |M| \leq |Z| \\ \frac{\pi}{2} - \arctg \left| \frac{Z}{M} \right|, & \text{khi } |M| > |Z| \end{cases}.$$

Hiệu chỉnh các sai số trung bình bình phương, tính toán các tham số này trong hệ tọa độ chuẩn bằng phương pháp xấp xỉ phân bố đẳng hướng.

Theo đó sai số trung bình bình cự ly được tính theo công thức:

$$\sigma_{i,j}^d = \max[\sigma_j^{d,i}, (d_j^i \times \tan \sigma_j^{p,i})], \text{ trong đó:}$$

$\sigma_{i,j}^d$ - sai số trung bình bình phương cự ly từ gốc hệ tọa độ chuẩn tới mục tiêu thứ j phát hiện bởi nguồn quan sát thứ i ;

d_j^i - khoảng cách từ nguồn quan sát tới mục tiêu thứ j tới nguồn quan sát i ;

$\sigma_j^{d,i}$ - sai số trung bình bình phương cự ly mục tiêu thứ j phát hiện bởi nguồn quan sát thứ i ;

$\sigma_j^{p,i}$ - sai số trung bình bình phương phương vị của mục tiêu thứ j phát hiện bởi nguồn quan sát thứ i .

Sai số trung bình bình phương phương vị được tính theo công thức:

$$\sigma_{i,j}^p = \frac{\sigma_{i,j}^d}{d_{i,j}}, \text{ trong đó:}$$

$\sigma_{i,j}^p$ - sai số trung bình bình phương phương vị của mục tiêu thứ j phát hiện bởi nguồn quan sát thứ i so với gốc hệ tọa độ chuẩn;

$d_{i,j}$ - khoảng cách từ gốc hệ tọa độ chuẩn tới mục tiêu thứ j phát hiện bởi nguồn quan sát thứ i .

Việc tính toán lại tọa độ mục tiêu và các sai số trung bình bình phương trong hệ tọa độ chuẩn được thực hiện tuần tự với từng hồ sơ mục tiêu nhận được từ từng nguồn quan sát.

Sắp xếp lại cấu trúc dữ liệu thành từng cặp hai nguồn quan sát dưới dạng $X = \{X_1, X_2\}$ với $X_1 = \{x_{1,1}, x_{1,2}, \dots, x_{1,N_1}\}$, $X_2 = \{x_{2,1}, x_{2,2}, \dots, x_{2,N_2}\}$ trong đó N_1, N_2 - số lượng hồ sơ mục tiêu nhận được từ mỗi nguồn quan sát tương ứng, $x_{i,j}$ - véc-tơ chứa dữ liệu về mục tiêu thứ j nhận được từ nguồn quan sát thứ i sau khi được tính toán lại trong hệ tọa độ chuẩn.

$x_{ij} = \{d_{ij}, p_{ij}, \sigma_{ij}^d, \sigma_{ij}^p\}$ trong đó:

d_{ij} - khoảng cách từ gốc hệ tọa độ chuẩn tới mục tiêu thứ j phát hiện bởi nguồn quan sát thứ i ;

p_{ij} - góc phương vị của mục tiêu thứ j phát hiện bởi nguồn quan sát thứ i trong hệ tọa độ chuẩn;

σ_{ij}^d - sai số trung bình bình phương khoảng cách từ gốc hệ tọa độ chuẩn tới mục tiêu thứ j xác định bởi nguồn quan sát i ;

σ_{ij}^p - sai số trung bình bình phương phương vị mục tiêu thứ j xác định bởi nguồn quan sát i trong hệ tọa độ chuẩn.

Bước (S03): hợp nhất thông tin;

Sáng chế đề xuất cách thức tiến hành hợp nhất thông tin từ từng cặp nguồn quan sát. Từ kết quả hợp nhất từng cặp nguồn quan sát đưa ra thông tin tổng hợp.

Bước hợp nhất thông tin từ hai nguồn quan sát diễn ra theo trình tự sau đây:

Lọc thô loại bỏ bớt các cặp mục tiêu có xác suất đồng nhất thấp;

Đánh giá khả năng hợp nhất của từng cặp mục tiêu đã qua bộ lọc;

Xây dựng ma trận hệ số đánh giá mục tiêu đồng nhất;

Tổng hợp phương án hợp nhất từ hai nguồn quan sát bằng phương pháp tối ưu Hungarian.

Cách thức thực hiện các bước này được mô tả chi tiết sau đây:

Lọc thô loại bỏ bớt các cặp mục tiêu có xác suất đồng nhất thấp.

Việc lọc thô loại bỏ bớt các cặp mục tiêu có xác suất đồng nhất thấp được thực hiện bằng cách tiến hành so sánh hiệu các tham số được dùng để hợp nhất của các cặp dữ liệu mục tiêu từ hai nguồn quan sát với giá trị ngưỡng, giá trị ngưỡng này được xác định dựa trên giá trị sai số trung bình bình phương của tham số đó theo quy tắc ba xích ma.

Loại bỏ các cặp mục tiêu $(x_{1,i}, x_{2,j})$ ít có khả năng thuộc cùng một mục tiêu thực theo luật ba xích ma theo công thức:

$$\left(|d_{1,i} - d_{2,j}| > \max(3\sigma_{1,i}^d, 3\sigma_{2,j}^d) \right) \cup \left(|p_{1,i} - p_{2,j}| > \max(3\sigma_{1,i}^p, 3\sigma_{2,j}^p) \right).$$

Đánh giá khả năng hợp nhất của từng cặp mục tiêu đã qua bộ lọc.

Việc đánh giá khả năng hợp nhất của từng cặp mục tiêu đã qua bộ lọc bao gồm:

xác định hệ số xác suất tiên nghiệm của giả thuyết cặp mục tiêu đồng nhất, tính toán hệ số tương quan của mật độ xác suất giả thuyết đồng nhất và không đồng nhất của từng cặp mục tiêu từ hai nguồn quan sát (chỉ tính những cặp mục tiêu thỏa ngưỡng lọc). Tương quan mật độ xác suất giả thuyết cặp mục tiêu đồng nhất hay không đồng nhất được xây dựng trên cơ sở lý luận hai mục tiêu thực tế luôn tồn tại một khoảng cách tối thiểu để thiết bị quan sát có thể phân biệt được và trong không gian tình huống cụ thể giữa các mục tiêu thực luôn có một khoảng cách tương đối để đảm bảo an toàn, tránh va đập. Từ những đặc trưng khoảng cách như vậy, cùng với tham số đo và các tham số đặc trưng cho độ chính xác của thiết bị quan sát bằng lý thuyết xác suất dễ dàng thiết lập được mối tương quan giữa mật độ xác suất của giả thuyết hai mục tiêu đồng nhất và giả thuyết hai mục tiêu không đồng nhất. Sử dụng các công cụ toán học như công cụ tính xấp xỉ có thể xây dựng các công thức tính hệ số tương quan mà không làm giảm độ chính xác của kết quả hợp nhất.

Hệ số của xác suất tiên nghiệm trong điều kiện một cặp mục tiêu bất kì là đồng nhất được xác định theo công thức:

$$\frac{6 \times \sum_{n=0}^N (2 \times n - N) \times f_q(n)}{N^3 + 3 \times N^2 + 2 \times N}, \text{ trong đó:}$$

$$N = \min(N_1, N_2);$$

$f_q(n)$ – logarit tự nhiên của xác suất tiên nghiệm;

$$f_q(n) = \sum_{j=1}^{N_1+N_2-n} \ln j + (N_1 + N_2 - n) \times \ln(q_1 \times q_2) - (N_1 + N_2 + 1 - n) \times \ln(1 - q_1 \times q_2);$$

q_1, q_2 – xác suất lọt mục tiêu của các nguồn quan sát tương ứng.

Hệ số tương quan mật độ xác suất của giả thuyết cặp mục tiêu $(x_{1,i}, x_{2,j})$ đồng nhất và không đồng nhất được tính bằng logarit tự nhiên của $\zeta(x_{1,i}, x_{2,j})$.

Tương quan mật độ xác suất $\zeta(x_{1,i}, x_{2,j})$ được xác định bởi công thức:

$$\zeta(x_{1,i}, x_{2,j}) = \frac{\Lambda(\Delta U_{ij}, O, \Psi_{ij}^{\Sigma})}{\frac{\mathcal{E}_{\Delta b} \times \prod_{\eta=1}^L \Theta(\Delta u_{ij,\eta}, \sigma_{ij,\eta}, \Delta b_{\eta})}{(\mathcal{E}_{\Delta b} - \mathcal{E}_{\Delta a})} - \frac{\mathcal{E}_{\Delta a} \times \prod_{\eta=1}^L \Theta(\Delta u_{ij,\eta}, \sigma_{ij,\eta}, \Delta a_{\eta})}{(\mathcal{E}_{\Delta b} - \mathcal{E}_{\Delta a})}}$$

Trong đó:

$$\Delta(U_{ij}, O, \Psi_{ij}^{\Sigma}) = \left((2\pi)^{0.5L} \times \sqrt{|\Psi_{ij}^{\Sigma}|} \right)^{-1} \times \exp \left(-\frac{1}{2} (\Delta U_{ij} - O)^T \times (\Psi_{ij}^{\Sigma})^{-1} \times (\Delta U_{ij} - O) \right)$$

Với:

L – số lượng tham số đo dùng để đồng nhất (trong phương án này $L = 2$, gồm phương vị và khoảng cách).

$(\Delta U_{ij} = U_{1,i} - U_{2,j})$ – chênh lệch giá trị tham số đo của hai mục tiêu;

$$U_{1,i} = [d_{1,i} \quad p_{1,i}], \quad U_{2,j} = [d_{2,i} \quad p_{2,i}];$$

O – vector mong đợi toán học, gồm L phần tử có giá trị bằng 0;

$(\Psi_{ij}^{\Sigma} = \Psi_{1,i} + \Psi_{2,j})$ – tổng ma trận hiệp phương sai số đo từ hai nguồn quan sát;

$$\Psi_{1,i} = \begin{bmatrix} (\sigma_{1,i}^d)^2 & 0 \\ 0 & (\sigma_{1,i}^p)^2 \end{bmatrix}, \quad \Psi_{2,j} = \begin{bmatrix} (\sigma_{2,j}^d)^2 & 0 \\ 0 & (\sigma_{2,j}^p)^2 \end{bmatrix};$$

$\Delta u_{i,j,\eta}$ – phần tử thứ η của vector ΔU_{ij} ;

$\sigma_{i,j,\eta}^2$ – phần tử thứ η trên đường chéo của ma trận Ψ_{ij}^{Σ} ;

$$\left(\Xi_{\Delta b} = 2^L \times \prod_{\eta=1}^L \Delta b_{(\eta)} \right), \quad \left(\Xi_{\Delta a} = 2^L \times \prod_{\eta=1}^L \Delta a_{(\eta)} \right)$$

$\Delta b = [\Delta b_d \quad \Delta b_p]$ - vector đặc trưng cho tương quan của hai mục tiêu gần nhau trong không gian đo.

$$\Delta b_d = kb \times \sqrt{(\sigma_{1,i}^d)^2 + (\sigma_{2,j}^d)^2}, \quad \Delta b_p = kb \times \sqrt{(\sigma_{1,i}^p)^2 + (\sigma_{2,j}^p)^2};$$

Với kb là hệ số điều chỉnh theo không gian, tình huống. Trường hợp mặc định $kb = 2$.

$\Delta a = [\Delta a_d \quad \Delta a_p]$ - vector đặc trưng cho khoảng cách gần nhất có thể của hai mục tiêu trong không gian đo.

$$\Delta a_d = ka \times \sqrt{(\sigma_{1,i}^d)^2 + (\sigma_{2,j}^d)^2}, \quad \Delta a_p = ka \times \sqrt{(\sigma_{1,i}^p)^2 + (\sigma_{2,j}^p)^2};$$

Với ka là hệ số điều chỉnh theo không gian, tình huống. Trường hợp mặc định $ka = 1,1$.

Trong mọi trường hợp phải đảm bảo $(\Delta b \geq \Delta a)$.

$\Theta(\Delta u_{i,j,\eta}, \sigma_{i,j,\eta}, \Delta b_\eta)$ – hàm mật độ xác suất theo phân bố Gauss. Công thức tổng quát của $\Theta(\Delta u_{i,j,\eta}, \sigma_{i,j,\eta}, \Delta b_\eta)$:

$$\Theta(\Delta u, \sigma, \Delta c) = \frac{\mathcal{G}}{2 \times \Gamma(\mathcal{G}^{-1}) \times \omega(\mathcal{G}) \times \sigma^*} \times \exp\left(-\left|\frac{\Delta u}{\omega(\mathcal{G}) \times \sigma^*}\right|^{\mathcal{G}}\right)$$

Trong đó:

$$\omega(\mathcal{G}) = \sqrt{\Gamma(\mathcal{G}^{-1}) \times \Gamma(3 \times \mathcal{G}^{-1})};$$

$\mathcal{G}$ – bậc của phân bố tổng quát Gauss;

$\Gamma(\)$ – hàm Gamma;

$$(\sigma^*)^2 = \sigma^2 + (\Delta c)^2 / 3 - \text{tổng phương sai};$$

Hệ số $\mathcal{G}$ xác định theo công thức:

$$(2 \times \Delta c)^{-1} \times F(\Delta c \times \sigma^{-1}) = \mathcal{G} \times [2 \times \Gamma(\mathcal{G}^{-1}) \times \omega(\mathcal{G}) \times \sigma^*]^{-1};$$

Trong đó: $F(\)$ – hàm Laplace chuẩn.

Tương quan giữa $\mathcal{G}$ và các tham số $\Delta c, \sigma^*$ được tính xấp xỉ theo công thức:

$$\mathcal{G}(\Delta c, \sigma^*) = \left[k_1 \times \left(\frac{\sqrt{(\sigma^*)^2 + (\Delta c)^2} / 3}{2 \times \Delta c} \times F\left(\frac{\Delta c}{\sigma^*}\right) - k_2 \right)^{-1} \right]^{-k_3} - k_4;$$

Với k_1, k_2, k_3, k_4 là các hệ số có thể tính toán từ trước để dàng nhờ các công cụ tính toán như Matlab.

Như vậy dễ dàng có thể tính được các hệ số đặc trưng cho khả năng đồng nhất của các cặp mục tiêu theo các công thức trên.

Xây dựng ma trận hệ số đánh giá mục tiêu đồng nhất.

Xây dựng ma trận $R_{N_1 \times N_2}$ có số hàng bằng số mục tiêu thuộc nguồn quan sát thứ nhất, số cột bằng số mục tiêu thuộc nguồn quan sát thứ hai, mỗi phần tử ma trận là hệ số đặc trưng cho khả năng đồng nhất của cặp mục tiêu thuộc hai nguồn tương ứng.

Đối với các cặp mục tiêu không thỏa mãn ngưỡng lọc ở bước hai phần tử ma trận tương ứng được gán giá trị bằng không.

$$R(i, j) = 0 \text{ nếu } \left(|d_{1,i} - d_{2,j}| > \max(3\sigma_{1,i}^d, 3\sigma_{2,j}^d) \right) \cup \left(|p_{1,i} - p_{2,j}| > \max(3\sigma_{1,i}^p, 3\sigma_{2,j}^p) \right).$$

Các phần tử còn lại có giá trị bằng tổng hệ số xác suất tiên nghiệm và hệ số tương quan mật độ xác suất đồng nhất hay không đồng nhất của cặp mục tiêu tương ứng đã tính ở trên:

$$R(i,j) = \frac{6 \times \sum_{n=0}^N (2 \times n - N) \times f_q(n)}{N^3 + 3 \times N^2 + 2 \times N} + \ln \zeta(x_{1,i}, x_{2,j});$$

Nếu tổng này lớn hơn không có nghĩa là mật độ xác suất của giả thuyết hai mục tiêu đồng nhất lớn hơn mật độ xác suất giả thuyết hai mục tiêu không đồng nhất và ngược lại đối với trường hợp tổng này nhỏ hơn không, với mọi trường hợp khả năng không đồng nhất lớn hơn khả năng đồng nhất phần tử ma trận đều được gán bằng không.

Cần lưu ý rằng tác giả sáng chế chỉ quan tâm tới các trường hợp $R(i,j) > 0$ tức là tương quan mật độ xác suất $\zeta(x_{1,i}, x_{2,j}) > 1$, bởi vậy nếu $R(i,j) < 0$ thì sẽ gán giá trị phần tử $R(i,j) = 0$.

Tổng hợp phương án hợp nhất từ hai nguồn quan sát bằng phương pháp tối ưu Hungarian

Trên cơ sở xác định nhóm các cặp mục tiêu từ hai nguồn quan sát sao cho mỗi mục tiêu không xuất hiện quá một lần trong nhóm và tổng hệ số xác suất đồng nhất tương ứng với cặp mục tiêu là lớn nhất. Việc này có thể thực hiện dễ dàng bằng cách sử dụng ma trận R đã xây dựng ở bước bốn và phương pháp tối ưu Hungarian để tìm ma trận C thỏa mãn các điều kiện sao cho: $C(i,j) \in \{0, 1\}$, $\sum_{i=1}^{N_1} C(i,j) = 1$, $\sum_{j=1}^{N_2} C(i,j) = 1$:

$$\sum_{i=1}^{N_1} \sum_{j=1}^{N_2} C(i,j) \times R(i,j) \rightarrow \max.$$

Bài toán hợp nhất hai nguồn thông tin tới đây được giải quyết hoàn toàn khi phần tử $C(i,j) = 1$ tương ứng với $R(i,j) \neq 0$ sẽ cho ta biết cặp mục tiêu $(x_{1,i}, x_{2,j})$ là đồng nhất. Từ ma trận R và C dễ dàng tổng hợp được thông tin mục tiêu trong không gian quan sát của hai thiết bị.

Quá trình tính toán lặp lại với từng cặp nguồn thông tin trong một chu kỳ hợp nhất.

Bước S04: tổng hợp thông tin hợp nhất và hiển thị;

Kết quả hợp nhất từng cặp nguồn quan sát được sử dụng để đưa ra thông tin tổng hợp. Ở giai đoạn này sẽ tiến hành thống kê số lượng mục tiêu trong không gian quan sát bởi các thiết bị, thống kê các mục tiêu quan sát chung bởi nhiều nguồn, từ đó đưa ra thông tin tổng hợp. Thông tin sau tổng hợp được hiển thị trên màn hình bàn điều khiển 24.

Bàn điều khiển 24 cho phép lựa chọn nguồn thông tin sẽ được xử lý hợp nhất, điều chỉnh hệ số (kb, ka) , quản lý chu kỳ tính toán hợp nhất thông tin, quản lý màn hình hiển thị thông tin.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Để đánh giá tính đúng đắn và khả năng áp dụng của sáng chế tác giả đã tiến hành mô phỏng phương án thực hiện sáng chế đã nêu ở trên.

Khi thực hiện mô phỏng sử dụng các thông số kỹ thuật của thiết bị quan sát thực tế bao gồm radar VisionMaster FT, radar Pozitiv-ME1, radar 3C-25E. Các thiết bị có dải sai số trung bình bình phương khi đo khoảng cách là từ 20 – 150 m ($\sigma_j^{d,i} \in [20, 150]$), sai số đo góc phương vị từ 0,25 tới 3 ($\sigma_j^{p,i} \in [0.25, 3]$) độ tùy theo khoảng cách tới mục tiêu và chu kỳ quét của thiết bị. Khoảng cách càng gần sai số càng thấp, chu kỳ lớn chính xác cao hơn chu kỳ nhỏ.

Hệ số ka , kb chọn mặc định bằng 1,1 và 2. Các mục tiêu giả lập được phân bố đều trong không gian đo sao cho một số mục tiêu cạnh nhau có khoảng cách hoặc phương vị giống nhau, đây là trường hợp phức tạp nhất do có sự giao nhau về mật độ xác suất. Các mục tiêu giả lập chuyển động thẳng đều theo hướng và vận tốc cho trước.

Các radar quan sát mặt biển đặt trên vật mang di động như tàu biển có tầm nhìn thẳng lớn nhất khoảng 30 - 50 km, do đó không gian quan sát giả lập cần có bán kính nhỏ hơn 50 km để phù hợp với thực tế.

Mô phỏng hợp nhất thông tin mục tiêu trong khu vực mật độ mục tiêu lớn cho kết quả có độ chính xác trên 80% trong 6 chu kỳ hợp nhất.

Phương pháp đề xuất trong sáng chế có đầy đủ các bước thực hiện, có sơ sở toán học rõ ràng, minh bạch. Phương thức cài đặt đơn giản dễ thực hiện có độ phức tạp đa thức bậc ba đảm bảo cho hệ thống hoạt động theo thời gian thực. Kết quả mô phỏng phương án thực hiện sáng chế cho thấy phương pháp có đủ các yếu tố cần thiết về độ

chính xác, hiệu năng để xây dựng các hệ thống tự động hóa xử lý thông tin mục tiêu trên biển.

Phương pháp hợp nhất thông tin mục tiêu trên biển từ nhiều nguồn quan sát theo đề xuất của sáng chế có thể hợp nhất thông tin từ các nguồn quan sát được bố trí dưới dạng tập trung hoặc phân tán, cố định hoặc di động, hoặc bố trí kết hợp giữa cố định và di động. Điều này giúp tăng tính đa dạng trong ứng dụng vào các hệ thống tự động hóa xử lý thông tin trinh sát và giám sát trên biển đặc biệt là trong lĩnh vực quân sự.

Những người có trình độ trung bình trong lĩnh vực tương ứng sẽ nhận ra rằng ranh giới giữa các phương án thay thế có thể hợp nhất các khối lô-gíc hoặc áp dụng phân tích luân phiên của chức năng theo các khối lô-gíc khác nhau. Do đó, cần hiểu rằng kết cấu được mô tả ở đây chỉ là ví dụ, và trong thực tế các kết cấu có cùng chức năng có thể được thực hiện để thu được mục đích của sáng chế mà không nằm ngoài tinh thần và phạm vi bảo hộ của các điểm yêu cầu bảo hộ dưới đây.

Yêu cầu bảo hộ

1. Phương pháp hợp nhất thông tin mục tiêu trên biển từ nhiều nguồn quan sát bao gồm các bước:

thu dữ liệu mục tiêu và thông tin định vị nguồn quan sát, trong đó, bước này bao gồm: thực hiện việc tìm kiếm, theo dõi mục tiêu trên mặt nước bởi các thiết bị quan sát; đóng gói và gửi dữ liệu mục tiêu tới thiết bị thu phát dữ liệu và thiết bị xử lý thông tin bởi cụm thiết bị quan sát; gửi thông tin tọa độ hiện thời tới thiết bị xử lý thông tin bởi thiết bị định vị; trong đó dữ liệu mục tiêu bao gồm các thông tin: số thứ tự mục tiêu phát hiện bởi nguồn quan sát trong chu kỳ làm việc của nó, khoảng cách từ nguồn quan sát tới mục tiêu, phương vị của mục tiêu, sai số trung bình bình phương của các tham số đo đối với từng mục tiêu, thời gian phát hiện mục tiêu, tốc độ và hướng của mục tiêu (nếu có);

xử lý thông tin, trong đó bước này bao gồm: hiệu chỉnh thông tin tọa độ mục tiêu, hiệu chỉnh các sai số trung bình bình phương, sắp xếp lại cấu trúc dữ liệu, tính toán lại tọa độ mục tiêu, đưa các mục tiêu về hệ tọa độ chuẩn, tính toán lại sai số trung bình bình phương tọa độ mục tiêu trong hệ tọa độ chuẩn; và sắp xếp lại cấu trúc dữ liệu thành từng cặp hai nguồn quan sát dưới dạng $X = \{X_1, X_2\}$ với $X_1 = \{x_{1,1}, x_{1,2}, \dots, x_{1,N_1}\}$, $X_2 = \{x_{2,1}, x_{2,2}, \dots, x_{2,N_2}\}$;

với: $x_{i,j} = \{d_{i,j}, p_{i,j}, \sigma_{i,j}^d, \sigma_{i,j}^p\}$, trong đó:

$d_{i,j}$ - khoảng cách từ gốc hệ tọa độ chuẩn tới mục tiêu thứ j phát hiện bởi nguồn quan sát thứ i ;

$p_{i,j}$ - góc phương vị của mục tiêu thứ j phát hiện bởi nguồn quan sát thứ i trong hệ tọa độ chuẩn;

$\sigma_{i,j}^d$ - sai số trung bình bình phương khoảng cách từ gốc hệ tọa độ chuẩn tới mục tiêu thứ j xác định bởi nguồn quan sát i ;

$\sigma_{i,j}^p$ - sai số trung bình bình phương phương vị mục tiêu thứ j xác định bởi nguồn quan sát i trong hệ tọa độ chuẩn.

hợp nhất thông tin bằng cách hợp nhất từng cặp nguồn thông tin, trong đó bước này bao gồm:

lọc thô để loại bỏ các cặp mục tiêu có xác suất đồng nhất thấp;
 đánh giá khả năng hợp nhất của từng cặp mục tiêu đã qua bộ lọc ở
 bước lọc thô;
 xây dựng ma trận hệ số đánh giá mục tiêu đồng nhất hay không
 đồng nhất; và
 tổng hợp phương án hợp nhất từ hai nguồn quan sát bằng phương
 pháp tối ưu hungarian;

tổng hợp thông tin hợp nhất và hiển thị kết quả hợp nhất từng cặp nguồn quan
 sát được sử dụng để đưa ra thông tin tổng hợp, trong đó bước này bao gồm:

tiến hành thống kê số lượng mục tiêu trong không gian quan sát
 bởi các thiết bị,
 thống kê các mục tiêu quan sát chung bởi nhiều nguồn, và
 đưa ra thông tin tổng hợp.

2. Phương pháp hợp nhất thông tin mục tiêu trên biển từ nhiều nguồn quan sát
 theo điểm 1, trong đó: bước thu dữ liệu mục tiêu và thông tin định vị nguồn quan sát
 còn bao gồm: thu, bởi thiết bị kết nối thu phát thông tin, dữ liệu từ các thiết bị quan sát
 và gửi tới thiết bị xử lý thông tin.

3. Phương pháp hợp nhất thông tin mục tiêu trên biển từ nhiều nguồn quan sát
 theo một trong các điểm từ điểm 1 đến điểm 2 trong đó: bước thu dữ liệu mục tiêu và
 thông tin định vị nguồn quan sát còn bao gồm:

thu, bởi thiết bị xử lý, thông tin tọa độ từ thiết bị định vị, dữ liệu mục tiêu từ
 thiết bị kết nối thu phát thông tin; và

hợp nhất thông tin, thiết bị xử lý thông tin, mục tiêu từ dữ liệu nhận được.

4. Phương pháp hợp nhất thông tin mục tiêu trên biển từ nhiều nguồn quan sát
 theo một trong các điểm từ điểm 1 đến điểm 3, trong đó: bước hợp nhất thông tin bằng
 cách hợp nhất từng cặp nguồn thông tin thực hiện lọc thô để loại bỏ các cặp mục tiêu
 có xác suất đồng nhất thấp, trong đó bao gồm:

so sánh hiệu các tham số được dùng để hợp nhất của các cặp dữ liệu mục tiêu từ
 hai nguồn quan sát với giá trị ngưỡng, giá trị ngưỡng này được xác định dựa trên giá
 trị sai số trung bình bình phương của tham số đó theo quy tắc ba xích ma; và

loại bỏ các cặp mục tiêu $(x_{1,i}, x_{2,j})$ ít có khả năng thuộc cùng một mục tiêu thực theo luật ba xích ma theo công thức:

$$\left(|d_{1,i} - d_{2,j}| > \max(3\sigma_{1,i}^d, 3\sigma_{2,j}^d) \right) \cup \left(|p_{1,i} - p_{2,j}| > \max(3\sigma_{1,i}^p, 3\sigma_{2,j}^p) \right).$$

5. Phương pháp hợp nhất thông tin mục tiêu trên biển từ nhiều nguồn quan sát theo một trong các điểm từ điểm 1 đến điểm 4, trong đó: bước hợp nhất thông tin được thực hiện bằng cách hợp nhất từng cặp nguồn thông tin thực hiện đánh giá khả năng hợp nhất của từng cặp mục tiêu đã qua bộ lọc ở bước lọc thô, trong đó bao gồm:

xác định hệ số xác suất tiên nghiệm của giả thuyết cặp mục tiêu đồng nhất và hệ số tương quan của mật độ xác suất giả thuyết đồng nhất và không đồng nhất của từng cặp mục tiêu từ hai nguồn quan sát; và

thiết lập được mối tương quan giữa mật độ xác suất của giả thuyết hai mục tiêu đồng nhất và giả thuyết hai mục tiêu không đồng nhất.

6. Phương pháp hợp nhất thông tin mục tiêu trên biển từ nhiều nguồn quan sát theo một trong các điểm từ điểm 1 đến điểm 5, trong đó: bước hợp nhất thông tin được thực hiện bằng cách hợp nhất từng cặp nguồn thông tin thực hiện xây dựng ma trận hệ số đánh giá mục tiêu đồng nhất hay không đồng nhất, trong đó:

ma trận có số hàng bằng số mục tiêu thuộc nguồn quan sát thứ nhất, số cột bằng số mục tiêu thuộc nguồn quan sát thứ hai, và

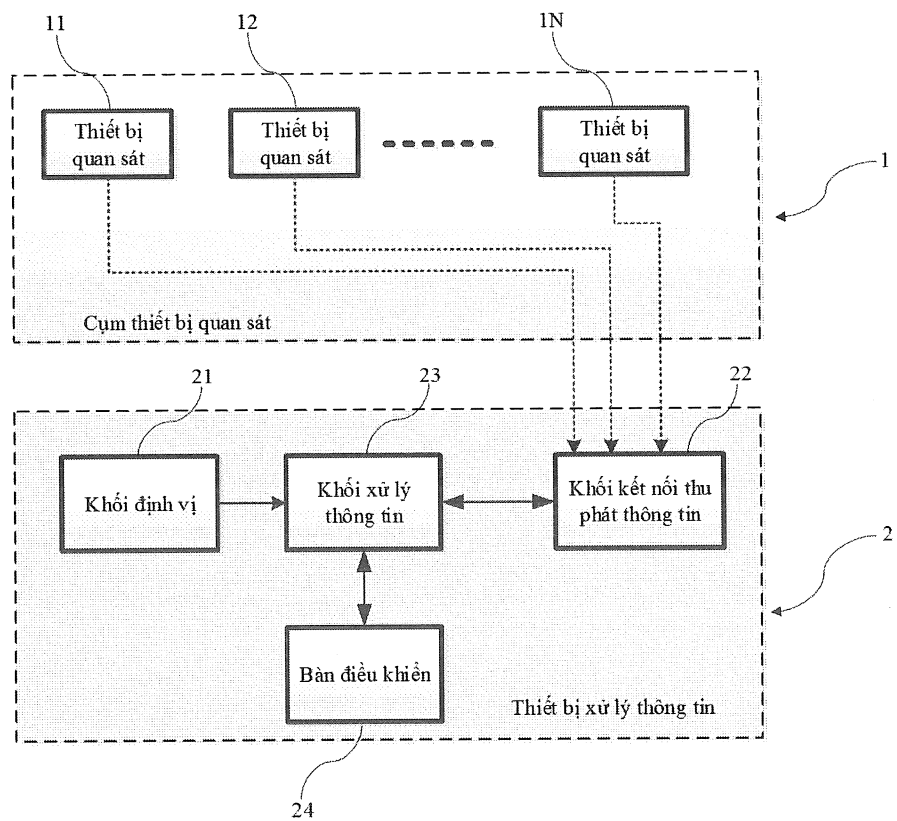
mỗi phần tử ma trận là hệ số đặc trưng cho khả năng đồng nhất của cặp mục tiêu thuộc hai nguồn tương ứng;

nếu các cặp mục tiêu không thỏa mãn ngưỡng lọc thì phần tử ma trận tương ứng được gán giá trị bằng không, các phần tử còn lại có giá trị bằng tổng hệ số xác suất tiên nghiệm và hệ số tương quan mật độ xác suất đồng nhất hay không đồng nhất của cặp mục tiêu tương ứng;

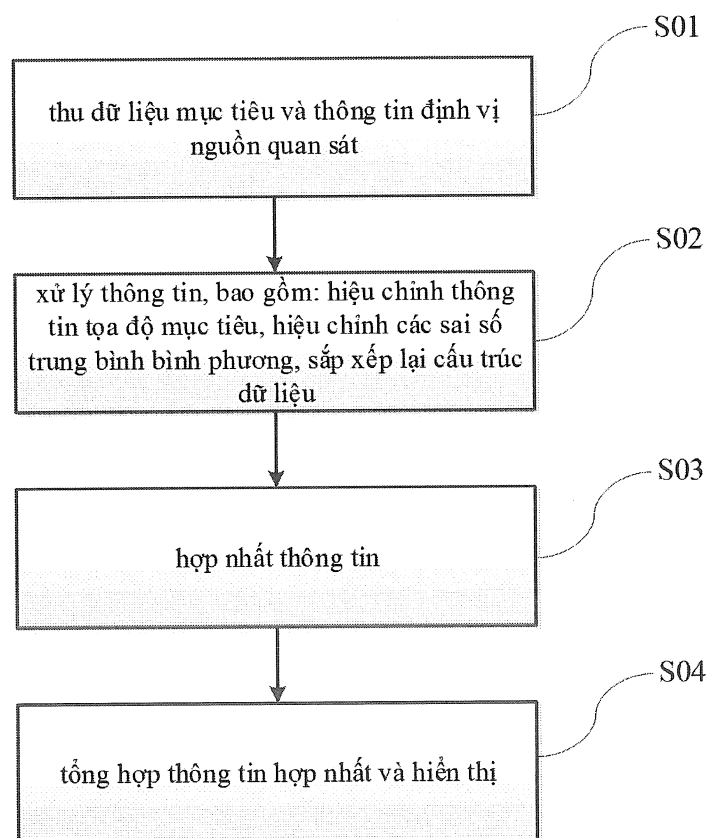
nếu tổng này lớn hơn không và/hoặc nếu tổng này nhỏ hơn không thì giá trị của phần tử ma trận được gán bằng không.

7. Phương pháp hợp nhất thông tin mục tiêu trên biển từ nhiều nguồn quan sát theo một trong các điểm từ điểm 1 đến điểm 6, trong đó: bước tiến hành hợp nhất thông tin bằng cách hợp nhất từng cặp nguồn thông tin thực hiện tổng hợp phương án hợp nhất từ hai nguồn quan sát bằng phương pháp tối ưu hungarian, trong đó: mỗi mục

tiêu không xuất hiện quá một lần trong nhóm và tổng hệ số xác suất đồng nhất tương ứng với cặp mục tiêu là lớn nhất.



Hình 1



Hình 2